

游易-程序主题分享合集

+ 收藏专题

知识管理部 等

2022.06.07 15:37

6237

321

184个资源

汇总从101至今的游易征稿文章合集。

推荐资源

站内分享

用手机查看

引用

投稿

分享至POPO眼界大开

专题首页 > 119-开放性大世界 > 游易第119期-开放性大世界的自动化生成

目录

游易119期

城市环境大世界场景的程序化生成管线

幽灵行动-荒野(Ghost Recon-Wildland)-地形工具和技术

基于规则与美术导向的Houdini程序化管线

基于neox地形系统的随机地表生成算法

Messiah分组地形材质自动化处理工具

Messiah地形系统

Houdini 程序化道路生成系统

WorldMachine 按地势生成地形

大世界中的美术之道

艺术作品

第120期征稿主题

Houdini 程序化道路生成系统

庄钟杰

2018.07.05 15:53

1307

6

1

查看原文

本文仅面向以下用户开放，请注意内容保密范围

查看权限：互娱正式-公开

“大型游戏场景的道路（公路、铁路、街道）往往绵延冗长、纵横交错，这些道路通常由一段段路面模型依次拼接而成。传统场景编辑依靠美术人员手动拼接路面模型，是一种无技术含量的重复性劳动。本文探讨一种使用Houdini实现的程序化道路生成的方式。”

Houdini 程序化道路生成系统

Houdini 程序化道路生成系统

1 需求描述

2 Road Paving 算法

2.1 RP算法描述

2.1.1 Slab Tiling

2.1.2 Path Resampling

2.1.3 Slab Deforming

2.2 用Houdini实现RP算法

3 游戏引擎限制

4 Packed Road Paving 算法

5 参考文献

1 需求描述

大型游戏场景的道路（公路、铁路、街道）往往绵延冗长、纵横交错，这些道路通常由一段段路面模型依次拼接而成。传统的场景编辑依靠美术人员手动拼接路面模型，是一种无技术含量的重复性劳动。本文探讨一种使用Houdini实现的程序化道路生成的方式。

笔者将程序化道路生成称为铺路系统（Road Paving System，下文简称RPS），如图1所示，一个RPS的输入为：

- 地面（slab）。即一个制作好的地面模型，通常是路面的一小段。
- 路径（path）。即一条曲线，描述了整条道路的位置走向，场景编辑过程中可动态修改path。

RPS的输出为：

- 道路（road）。即slab沿着path复制、移动、变形之后形成的完整道路模型。这个过程也称为铺路（Road Paving，下文简称RP）。

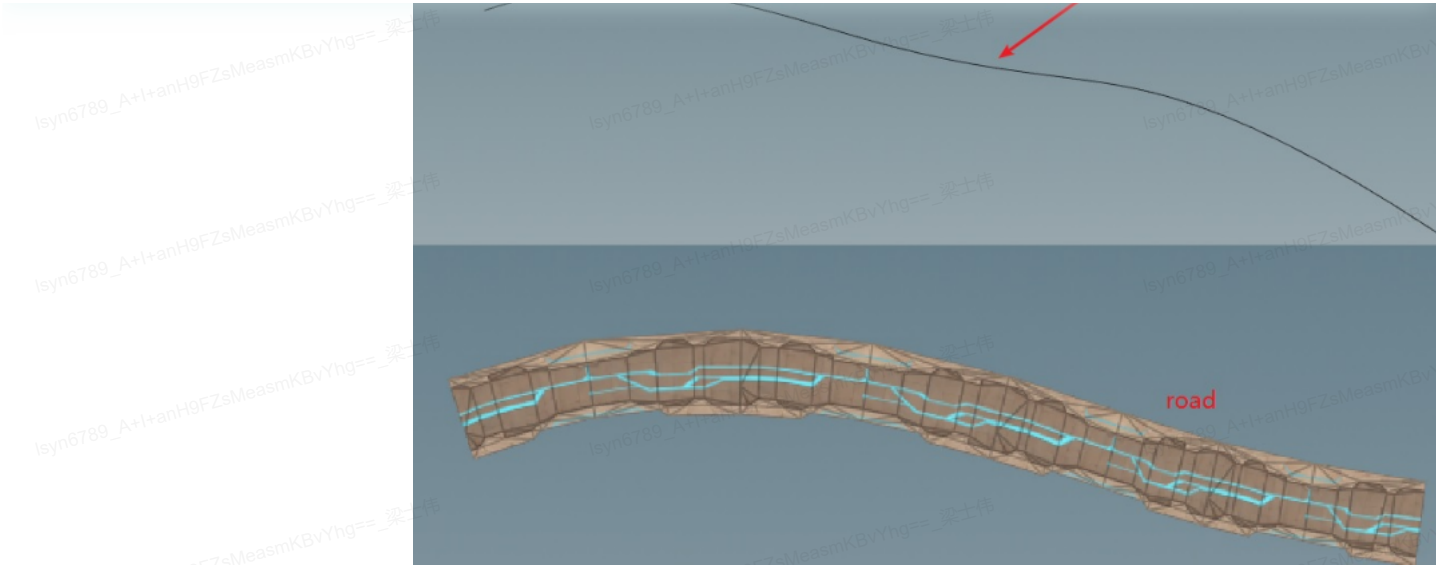


图1. RPS的输入与输出。

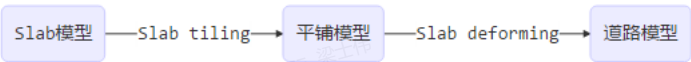
2 Road Paving 算法

2.1 RP算法描述

笔者设计的RP算法分为3个步骤：

1. Slab tiling 地面平铺。将原始slab模型通过复制平铺，生成平铺（tiled）模型。
2. Path resampling 路径重采样。
3. Slab deforming 地面变形。将平铺模型进行变形，生成最终的道路（road）模型。

Slab模型、平铺模型和道路模型的关系如下面流程图所示：



2.1.1 Slab Tiling

如图2所示，从x=0的位置开始，把slab模型拷贝n次，并沿着+x方向依次平铺，得到一条笔直的道路，即平铺模型。设slab模型向上的长度为L，则平铺模型的总长度为 nL。

接下来计算平铺模型的顶点。为了简化计算，假设原始slab模型与第0个平铺的slab模型位置完全重合，原始slab模型上的顶点 \mathbf{v} ，则平铺模型上第i个slab的顶点 \mathbf{v}_T 可用下式计算：

$$\mathbf{v}_T = \mathbf{v}_M + [iL \ 0 \ 0], \quad i = 0..n \tag{1}$$

通过式(1)，结合以下伪代码展示的双重循环，可由slab模型生成平铺模型。

```
for i in 0..n:
    new_slab = copy slab model
    for each vertex v in new_slab:
        v += vector(i*L, 0, 0)
```

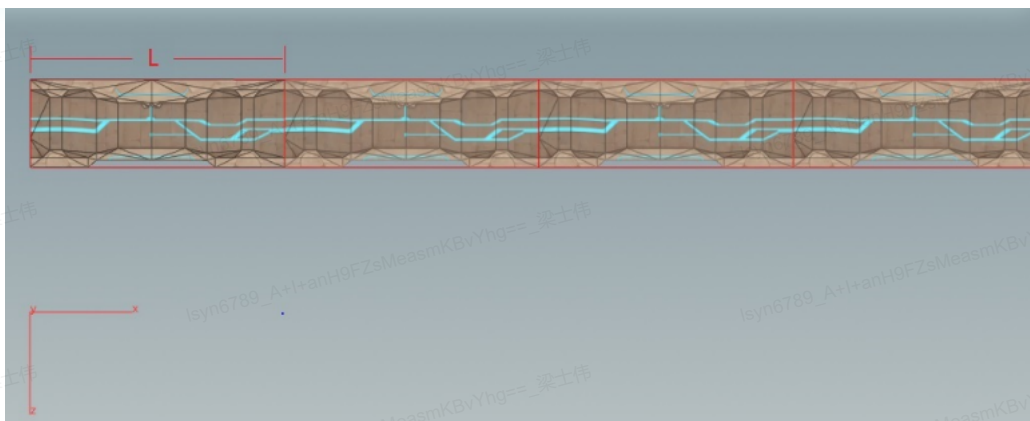


图2. Slab tiling过程，把slab模型拷贝n次并连续平铺。

2.1.2 Path Resampling

如图3所示，把路径path每隔距离d进行一次采样，假设整条path最终重采样为m个点，用一个数组P表示这些采样点：

$$P = [P_0, P_1, P_2, \dots, P_m]$$

对于第j个采样点 P_j ，不妨设其位置为 P_c 。根据曲线在此点处的法线（normal）、切线（tangent）、副切线（bitangent），制造出一个欧拉坐标系，进一步设此坐标系的基向量为 i_c, j_c, k_c 。则 P_j 保存的数据为：

$$P_j = (P_c, i_c, j_c, k_c)$$

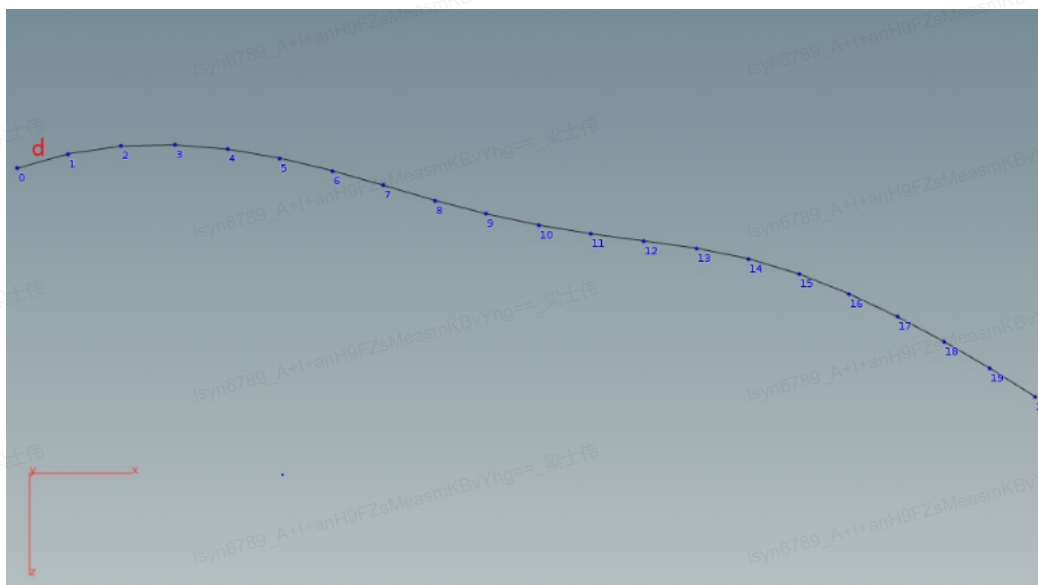


图3. 整条path每隔距离d进行一次采样。

2.1.3 Slab Deforming

如图4所示，Slab deforming主要目的是把第1步得到的平铺模型，沿着第2步得到的路径采样点，进行适当的顶点移动操作，改型的形状，使其沿着路径弯曲，最终生成道路模型。为了得到道路模型，该如何移动平铺模型的顶点 V_T ？

我们先把平铺模型的顶点 V_T 写为：

$$V_T = [v_x \quad v_y \quad v_z] \quad (1)$$

因为平铺模型沿+x方向延伸，反应了顶点沿着path前进的距离。如图3所示，两个采样点之间的距离为d，那么与 $\frac{v_x}{d}$ 采样编号 $j = \text{floor}(\frac{v_x}{d})$ ，可计算移动之后的道路模型顶点：

$$V_R = P_c + v_y j_c + v_z k_c \quad (3)$$

从平铺模型生成道路模型的过程伪代码如下：

```
for each v in tiled_model:
    j = floor(v.x / d)
    pc, ic, jc, kc = P[j]
    v = pc + v.y * jc + v.z * kc
```

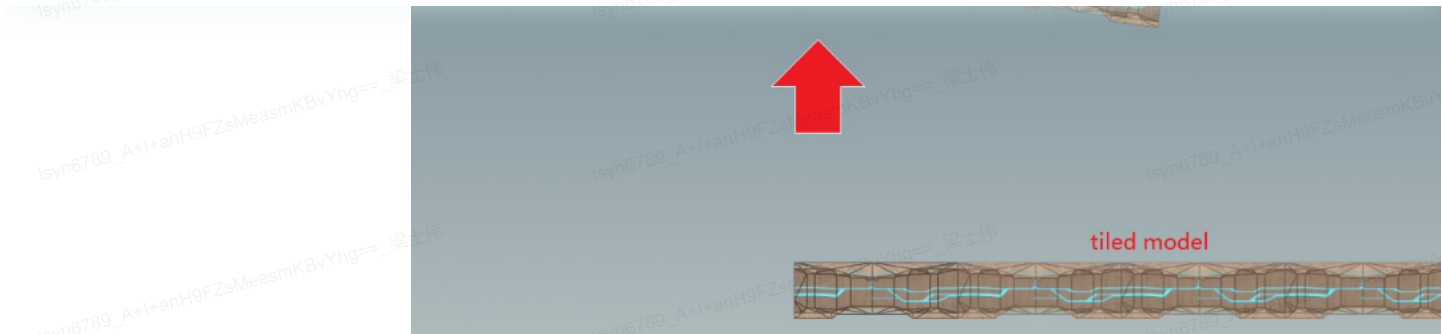


图4. 通过移动平铺模型的顶点，生成道路模型。

2.2 用Houdini实现RP算法

本节用Houdini实现RP算法，节点网络如图5所示，各节点功能简介：

- slab，作为输入的slab模型，可以是obj、fbx等houdini支持文件导入格式。
- path，作为输入的可编辑曲线。
- copy1，完成slab平铺的功能。
- resample1，对path进行重采样，采样点仅带有位置信息。
- polyframe1，计算采样点的法线、切线、副切线。
- attribwrangle1，改变平铺模型的顶点位置，形成最终的道路模型。

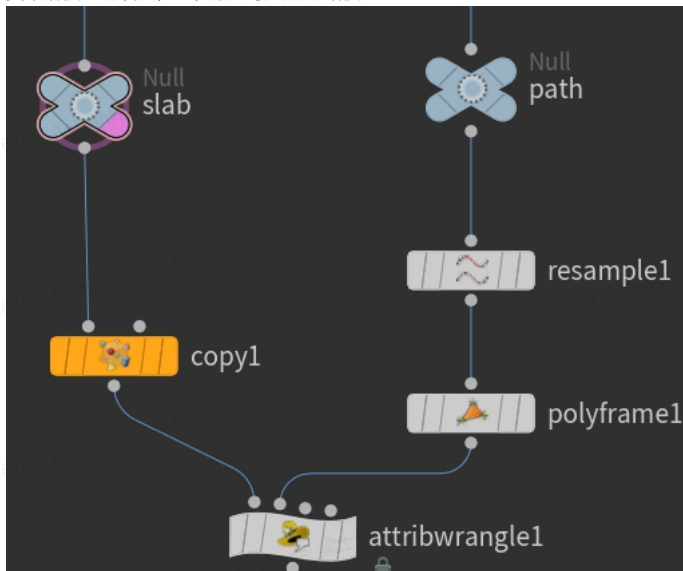


图5. 用Houdini实现的RPS。

attribwrangle1节点中的vex代码如图6所示，对平铺模型的每个顶点进行如下操作：

1. 计算此顶点最接近的采样点编号j。
2. 按照公式(3)计算道路模型的顶点位置。

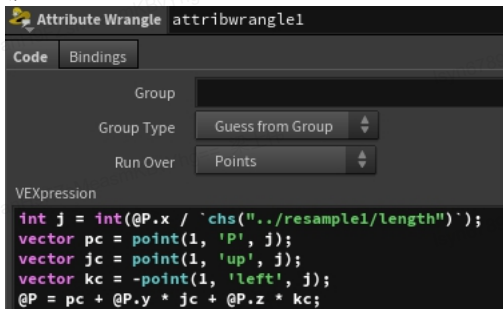


图6. Attribute Wrangle节点的vex代码。

3 游戏引擎限制

上文讲解了RPS的原理和实现，熟悉3dsmax的读者立刻会想到一个问题：RPS不就是3dsmax里的PathDeform修改器么？

4

4 Packed Road Paving 算法

在Houdini里，可以用Packed Geomtry来复用模型。下面我们讨论基于模型复用的Packed Road Paving （PRP）算法。PRP算

的问题是：

1. 如何判定哪里可以用packed slab?
2. 如何构造packed slab的变换矩阵?

现在讨论问题1。如图7所示，假设采样点P，P'分别对应道路模型上的某个slab的起始与结束。直观地看，若P，P'的欧拉坐标系

么此slab无需变形。因为采样点已经保存了 i_c, j_c, k_c 的信息，引入3个阈值a，b，c，当坐标系基的差异都在阈值以内时，认

用packed模式，如公式(4)所示。

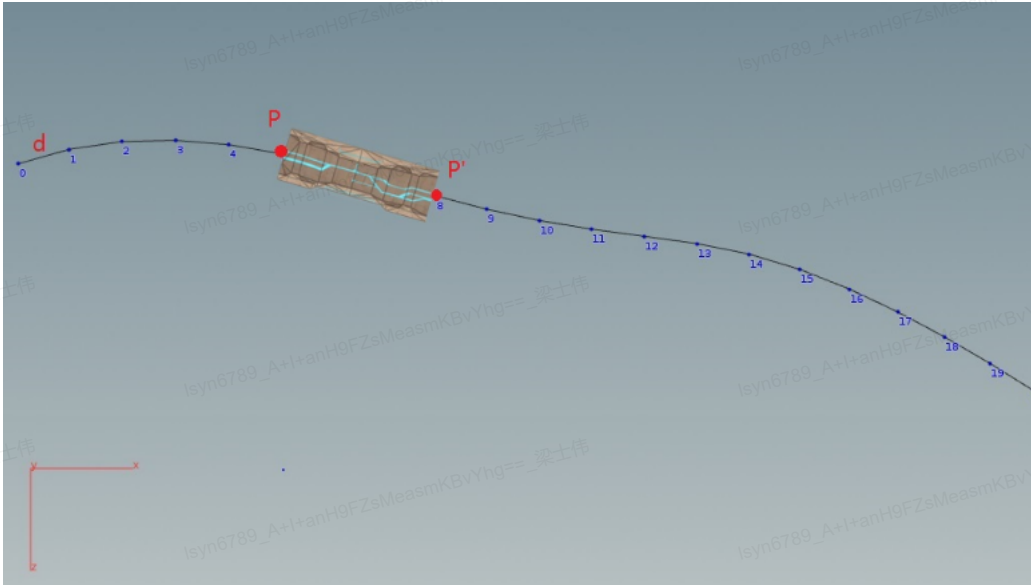


图7. P、P'分别是slab起始、结束位置对应的采样点。

$$\begin{aligned} \|i_c - i'_c\| &\leq a \\ \|j_c - j'_c\| &\leq b \\ \|k_c - k'_c\| &\leq c \end{aligned} \tag{4}$$

接下来讨论问题2。由于P点的位置和基已知，可构造出公式(5)的变换矩阵 M_c 。只要把原始slab按 M_c 变换，能确保slab铺至

位置上。

$$M_c = \begin{bmatrix} i_c & 0 \\ j_c & 0 \\ k_c & 0 \\ P_c & 1 \end{bmatrix} \tag{5}$$

PRP算法的Houdini实现留给有兴趣的读者，这里不再展开。笔者最后献上一幅动图，让读者可以感受一下程序化铺路系统：

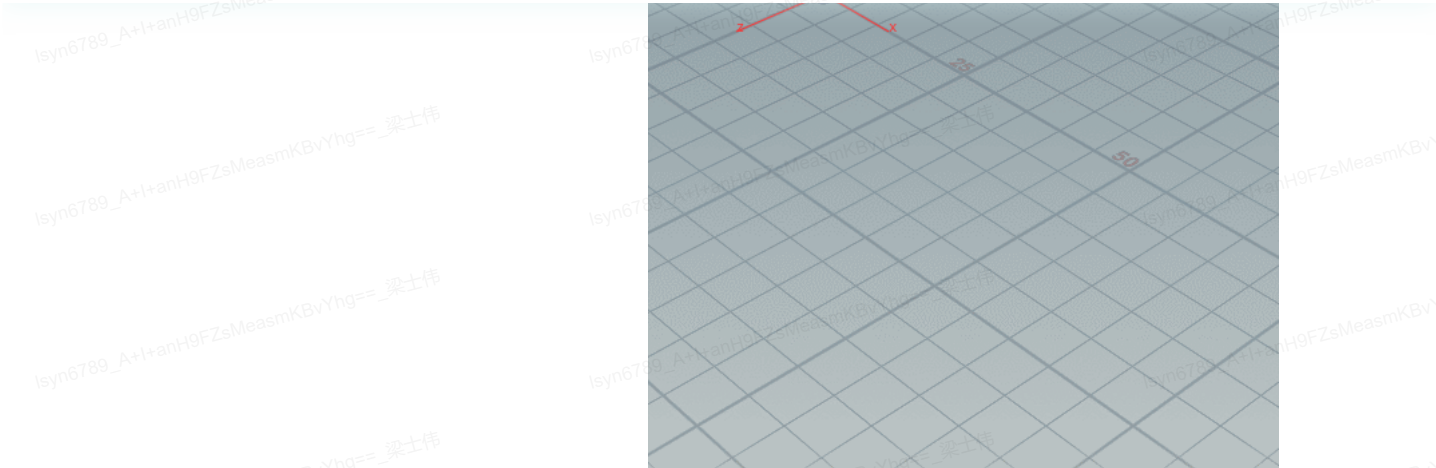


图8. RPS操作展示

5 参考文献

1. Houdini官网
2. 3ds max PathDeform修改器

本内容仅代表个人观点，不代表网易游戏，仅供内部分享传播，不允许以任何形式外泄，否则追究法律责任。

☆ 收藏 15

👍 点赞 6

🔗 分享

📱 用手机查看



快来成为第一个打赏的人吧~

全部评论 1



请输入评论内容

还可以输入

📷 📺 (可添加1个视频+5张图片)

☐ 匿名

最热 最新



大包(杨乔杰)

1楼

2018-10-19 17:27



加载完毕,没有更多了



Share us
your growing

常用链接

- [易协作](#)[会议预定](#)[游戏部IT资源](#)[网易POPO](#)
- [OA](#)[文具预定](#)[易网](#)[工作报告](#)



POPO服务号



KM APP下载

[平台用户协议](#)[帮助中心](#)

